中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 44(4):379~390 (1995)

水稻與陸稻在水田栽培下期作間生長及產量之差異[1]

賴明信　楊純明　郭益全[2]

摘要：本文旨在探討水稻與陸稻兩生態群在水田栽培下生長與產量之差異，並比較其在不同栽培季節之表現，試驗於1994年一、二期作在臺灣省農業試驗所農場進行。由生長性狀之變方分析發現，一期作族群50%抽穗期時兩生態群間僅植株分蘗數差異顯著，至收穫期除植株生質量外其餘性狀均差異顯著；二期作株高與分蘗數於抽穗期及收穫期時皆差異顯著。由產量及產量構成要素變方分析顯示，生態群間達顯著差異之性狀一期作有穗數、粒數、稔實率及千粒重，二期作有穗數、穗長、千粒重及實測產量。兩生態群之生長性狀與實測產量相關分析結果顯示，實測產量與生長性狀之相關性隨生育時期之不同而有變化。而實測產量與產量構成要素及收穫指數間之相關性，一期作水稻產量與穗數及一穗粒數呈顯著正相關，與穗長呈顯著負相關；陸稻則與穗數、稔實率、一穗粒數、千粒重及收穫指數皆呈顯著正相關。二期作水稻產量僅與一穗粒數呈顯著正相關，陸稻則與穗數、稔實率及收穫指數呈顯著正相關。將兩期作皆相同之陸稻品種生育性狀合併分析，結果顯示除了抽穗期時之分蘗數及植株生質量外，其餘生長性狀期作間差異皆顯著。而抽穗期時之株高及植株生質量和收穫期之葉面積及分蘗數品種與期作間具有顯著交感效應。除千粒重及收穫指數外，實測產量及其他產量構成要素期作間差異均顯著，而稔實率、千粒重、收穫指數及穗長等性狀品種與期作間則具有交感效應存在。

關鍵詞：水稻、陸稻、品種、生長、產量、期作。

臺灣地區屬海島型氣候，由於特殊的地理與地形條件及降雨量分佈的不均，水資源非常有限。近年來又由於地球生態遭受嚴重破壞，全球氣候變化異常，連帶造成臺灣地區水資源日感缺乏。楊[3]指出從1945年至1993年乾旱造成的災害損失居我國農業氣象災害損失的第三位，全期估計損失總值約四十六億四千萬元，發生率67.35%，平均每年損失近九千萬元，顯見本地區缺水的嚴重性及水資源利用問題亟待解決的迫切性。

McCauley et al.[19]以12個商用水稻品種爲材料，施以噴灌處理 (sprinkler irrigation)，比較其產量與正常水田栽培時之差異，發現品種間相對產量差異爲56～102%。Westcott and Vines[22]以6個水稻品種爲材料，亦發現噴灌處理產量較一般水田栽培減產，幅度從16%～32%不等，品種間差異甚大。由此可見，水稻的水分利用效率及耐／抗旱能力品種間具有明顯的差異存在，而且耐／抗旱能力強的品種其產量受水分環境因子的影響相對較小。作物的生長與發育是其遺傳潛能與環境相互作用的結果[11]，因此作物的產量與品質可經由培育適應該特定環境的基因型及施與適當的栽培管理方法加以改進。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1807 號。
2. 本所農藝系助理及副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

Chang and Vergara[10]曾指出，一般而言陸稻品種（系）比水稻具有較深廣之根系及較高耐／抗旱能力。此可能因陸稻品種之根系生長較密而且深，根莖比較高[9,20]，根的導管數與導管面積均較多且大[16]，並且有較高的葉片氣孔阻力[17]，較厚的葉角質層[23]，以及較容易捲曲的葉片[14]。在缺水況狀下，陸稻比水稻具有較佳的光合成速率與葉片水分平衡[15]，但葉片水分潛勢之調節能力則較差[12,13]。Chang et al.[8] 指出經由雜交選拔出具有粗根、較密根系、較高根莖比及當面臨乾旱時葉片會適時下垂並卷曲等形態特性，且具備有高產、大粒及適當分蘗能力的植株是可行的。而 Mambani and Lai.[18] 亦指出陸稻根系分佈之深度與密度隨品種之不同有相當大的差異，Bashar et al.[7] 另指出導管面積乃由主效基因控制具有累加性效應。

Chang et al.[8] 曾觀察比較陸稻與水稻於乾（濕）季栽種時生長形態及產量之差異，發現大部分的陸稻品種具有低分蘗性、植株較高、容易倒伏及葉片下垂等缺點。但面臨水分逆境時，陸稻所受之傷害較輕，不稔穗產生較少。惟陸稻在湛水栽培下之產量潛能評估，尙無完整資料可供參考，尤其是產量構成要素等性狀之調查資料更是闕如。再則，過去本省亦曾選育出若干陸稻品種（系），而且我國的國家作物種原庫中亦保存不少陸稻品種（系），但對於這些品種（系）吾人除概略知道其外部性狀外，對於其在本省特有的第一、二期作不同生育環境下之生長及產量表現則不清楚，是否有品種（系）可以直接推廣利用猶待探討。

本文試驗從國家作物種原庫中預選出農藝性狀較佳之若干陸稻品種與水稻同地栽植，施以本省一般慣行之水稻栽培管理，調查、比較其在期作間之生長性狀、產量及產量構成因子，據以了解陸稻品種栽種於水田之生產表現，以作爲未來陸稻水田栽培及水稻抗／耐旱育種之參考。

材料與方法

本文研究採用之試驗材料係自設於臺灣省農業試驗所國家種原中心之稻作種原庫逢機選取背景不同而農藝性狀較佳之陸稻及水稻品種（系）參試（如表1）。1994年第一期作取水稻 4 個品種、陸稻15個品種（系）種植於臺灣省農業試驗所農場，而第二期作則參考前期作結果選取產量及農藝性狀較佳的水稻品種 3 個及陸稻品種（系）7個栽種。參試品種（系）之秧苗經育苗約四週（一期作）或三週（二期作）後插植，秧苗先經初步篩選出生長勢與葉齡指數較一致者。試驗小區面積爲 7m×2m，種植 6 行，行株距 30cm×15cm，單本植。一期作於插植一週後第一次補植，二週後第二次補植；二期作則於插植三天後第一次補植，一週後第二次補植，以確保本田初期不會有缺株現象發生。

田間管理依慣行方法施行，基肥爲臺肥39號（N：P_2O_5：K_2O＝12%：18%：12%）400kg/ha，追肥爲硫銨（400kg/ha）分別於分蘗盛期、孕穗期及殼粒充實期各施一次。病蟲害之防治，一、二期作物以22.5%陶斯松乳劑（1.8L/ha）、45%一品松乳劑（1.0L/ha）、25%歐殺松乳劑（2.0L/ha）、及25%布芬淨粉劑（0.8kg/ha）混合施用，稀釋500倍。一期作於移植後56天及80天，二期作則於20天及40天各噴施一次。

當小區50%之族群抽穗時進行第一次取樣，每小區取 6 株，調查株高、分蘗數、葉面積及地上部之植株生質量（以 80°C 持續烘乾48小時後稱取之乾物重）。葉面積係以 LI-3,000面積儀（Li-Cor Inc., USA）測定。成熟時進行第二次取樣，株數同第一次，調查項目除前次調查之性狀外，並加上穗數、穗長、一穗結(稔)實粒數、總粒數及千粒重。另刈取 10m² 面積植株之稻穀估算公頃產量，稱爲實測產量（measured yield)，而由調查之產量構成因子估算而得者稱之爲估計產量（estimated yield)。田區設計採逢機完全區集（RCBD)，三重複。各項試驗資料予以統計變方分析及 LSD 比測，比較品種間產量及調查之農藝性狀差異顯著性，並計算產量與農藝性狀之相關係數。

表 1. 本試驗參試之水稻及陸稻品種（系）
Table 1. Rice varities, sources and cropping seasons used in this study.

Variety	Source	Crop season
	Lowland varieties	
Tainung 67	Taiwan	1st/2nd crop
Nohrin 9	Japan	1st crop
Nohrin 1	Japan	1st crop
Nohrin Mochi 4	Japan	2nd crop
Nohrin 12	Japan	2nd crop
Kwang-Fu-Sang-Nou	Mainland	1st crop
	Upinland varieties	
Fukutomi	Japan	1st/2nd crop
Omachi	Japan	1st/2nd crop
Tainung Sel. 2	Taiwan	1st/2nd crop
Tainung Sel. 1	Taiwan	1st/2nd crop
Kuroca	Japan	1st/2nd crop
Ohhobatwase No. 123	Japan	1st/2nd crop
M1—48	Philippines	1st/2nd crop
Nan Lu 1	Taiwan	1st crop
Nan Lu 2	Taiwan	1st crop
Tokjyosinceyauo	Japan	1st crop
Tung Lu 1	Taiwan	1st crop
Tung Lu 2	Taiwan	1st crop
Orazoo	Japan	1st crop
OS4	W. Africa	1st crop
Tung Lu 3	Taiwan	1st crop

結　果

一、水陸稻期作間生長性狀間差異

表 2 爲參試品種（系）族群50%抽穗時期及收穫時期生長性狀之變方分析，若依稻之生育習性區分爲水稻及陸稻兩種生態群，由表可發現，一期作族群50%抽穗時期時兩生態群除植株分蘗數差異呈極顯著外，其他性狀皆不顯著；至收穫期除了植株生質量差異依然不顯著外，其餘性狀則呈顯著或極顯著。二期作兩生態群之株高及分蘗數於抽穗期或收穫期時皆呈差異極顯著，但葉面積及植株生質量則不顯著。若比較生態群內品種間之生長性狀差異，一期作水稻品種間於族群50%抽穗時期除葉面積差異不顯著外，其他性狀差異皆極顯著；而至收穫期時所有性狀差異則皆極顯著。陸稻品種間分蘗數於族群50%抽穗時期及收穫期時差異皆不顯著，而株高及葉面積差異則呈極顯著；植株生質量於族群50%抽穗時期差異呈極顯著，至收穫時期差異反不顯著。二期作水稻品種間兩次調查時期株高及分蘗數等性狀差異皆呈極顯著，葉面積於族群50%抽穗時期差異極顯著，至收穫期時差異反不顯著；植株生質量則相反。陸稻品種間之株高於兩次調查時期差異皆呈極顯著，分蘗數差異則呈不顯著；葉面積於族群50%抽穗時期差異不顯著，至收穫時期時差異反呈極顯著，植株生質量則相反。

表 2. 1994年一、二期作水、陸稻50%抽穗期及收穫期時生長性狀之變方分析

Table 2. Analysis of variance on growth characters of the lowland and upland rice varieties measured at 50% heading and harvest for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

Crop season	SV	DF	Mean square							
			50% heading				Harvest			
			PH[z]	TN	LA	PB	PH	TN	LA	PB
1st crop										
	Blocks	2	193**	8	20,975	117	18	1	31,667	38
	Groups	1	49	13**	412,468	8	43*	11**	402,393**	21
	Lowland	3	216**	51**	175,806	598**	1,407**	11**	262,883**	348*
	Upland	14	711**	7	375,547**	582**	362**	11	65,530**	293
	Error	36	21	4	126,296	38	9	3	23,392	160
2nd crop										
	Blocks	2	2	1	35,427	27	10	1	7,469	9
	Groups	1	1,038**	23**	13,160	24	7,552**	45**	327,747	26
	Lowland	2	244**	14**	483,121**	46	192**	17**	32,844	441**
	Upland	6	320**	8	32,461	136**	465**	6	118,247**	11
	Error	18	18	2	33,539	26	17	3	11,883	45

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.
z PH: plant height, TN: tiller number, LA: leaf area, PB: plant biomass.

表 3 爲各參試品種族群50%抽穗時期及收穫時期時生長性狀之平均值。一期作族群50%抽穗期時陸稻品種中計有本省選育之東陸 1 號及東陸 3 號、菲律賓之 M1-48 及西非之 OS4 株高超過140公分，而株高最矮爲臺農選 1 號之110公分，此時臺農67號株高爲116公分。分蘗數以東陸 3 號的14.8支最高，Fukutomi 的14.0支次之，OS4 之9.7支最低，而臺農67號之分蘗數則爲14支。葉面積以 M1-48 達 2,892.5cm^2/hill 最高，以 OS4 之1,480.5cm^2/hill 最低，而臺農67號之葉面積爲2,568.8cm^2/hill。植株生質量以 M1-48 之75.3公克最高，南陸 2 號之25.5公克最低，而臺農67號亦高達60.2公克。至收穫期，陸稻品種之株高皆較臺農67號爲高，其中超過140公分者就有 6 個；分蘗數以南陸 1 號及臺農選 1 號之15支大於臺農67號之14.2支最高，而以 OS4 之10.1最低。收穫時期葉面積之多寡代表植株生育後期老化程度的快慢，陸稻品種老化之程度皆較臺農67號爲快，其中以 M1-48 及臺農選 1 號最快，東陸 1 號及 OS4 較慢。

二期作族群50%抽穗期時，陸稻品種之株高均較臺農67號之87.7公分爲高，其中以 Fukutomi 之128.7公分最高，Omachi 之99.6公分最矮；分蘗數除 M1-48 及 Ohhobatwase No. 123 較臺農67號之11.7支低外，其他品種均較臺農67號高。所有參試陸稻品種之葉面積以臺農選 1 號及 M1-48 較高，但均不及臺農67號之葉面積；植株生質量除 M1-48 外均較臺農67號爲高，其中以 Fukutomi 高達45.1公克最重。至收穫期，除 M1-48 株高有明顯增加外，其他陸稻品種之株高幾乎沒有什麼變化；葉面積除了 Fukutomi 明顯減少外，其他陸稻品種或高於或與臺農67號差異不明顯；而所有的陸稻品種植株生質量則皆不及臺農67號。

表 3. 1994年一、二期作水、陸稻50%抽穗期及收穫期時生長性狀平均值之比較

Table 3. The growth characters of rice varieties measured at 50% heading and harvest for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994

Crop season Variety	50% heading				Harvest			
	PH[z]	TN	LA	PB	PH	TN	LA	PB
	cm	no/hill	cm/hill	g/hill	cm	no/hill	cm/hill	g/hill
1st crop				Lowland varieties				
Tainung 67	116	14.0	2,569	60.2	116	14.2	758	71.9
Nohrin 9	126	9.8	1,989	28.7	127	11.5	85	71.1
Nohrin 1	123	10.4	2,181	32.1	129	10.3	243	58.4
Kwang-Fu-Sang-Nou	136	7.3	2,290	37.2	166	8.8	503	84.7
LSD (0.05)	13	2.62	553	8.1	5	2.7	349	12.6
				Upland varieties				
Fukutomi	119	14.0	1,676	29.5	152	14.8	48	70.8
Nan Lu 1	113	13.3	2,535	30.9	130	15.0	191	77.0
Omachi	118	12.7	2,064	30.3	127	13.2	74	61.1
Tainung Sel. 2	118	13.4	2,138	33.3	128	15.0	199	88.3
Tainung Sel. 1	110	12.6	2,016	33.4	122	12.3	0	52.8
Kuroca	116	12.3	2,168	29.9	127	13.7	330	73.4
Ohhobatwase No. 123	118	13.2	2,303	33.7	133	13.3	278	66.2
Nan Lu 2	112	10.7	1,695	25.5	125	14.2	50	66.8
Tokjyosinceyauo	118	13.1	2,194	29.5	133	13.3	92	67.5
Tung Lu 1	149	12.8	1,925	55.2	146	12.9	436	86.3
Tung Lu 2	132	10.4	1,880	42.7	134	11.1	210	70.8
Orazoo	127	11.2	1,939	29.1	143	11.4	174	55.6
OS4	154	9.7	1,481	43.6	157	10.1	402	76.1
Tung Lu 3	147	14.8	1,821	57.2	149	14.2	383	63.6
M1—48	149	10.6	2,893	75.3	150	10.3	0	74.0
LSD (0.05)	7	3.3	622	11.2	5	3.0	246	23.4
LSD (0.05)	8	3.1	588	10.3	5	2.9	253	20.9
2nd crop				Lowland varieties				
Tainung 67	88	11.7	1,551	31.0	103	11.7	388	58.2
Nohrin Mochi 4	99	15.7	1,158	36.5	104	15.8	342	54.4
Nohrin 12	90	15.2	948	28.9	89	15.0	188	35.6
LSD (0.05)	11	4.1	430	11.6	12	3.1	204	14.4
				Upland varieties				
Tainung Sel. 1	100	13.3	1,353	32.6	100	13.0	375	46.8
Omachi	100	12.7	1,186	33.8	99	12.6	358	47.3
Fukutomi	129	14.2	1,089	45.1	128	14.8	8	50.3
Tainung Sel. 2	100	12.9	1,120	36.0	99	12.4	423	46.3
Ohhobatwase No. 123	106	11.5	1,250	31.5	105	11.3	333	48.0
Kuroca	103	12.4	1,094	36.7	104	12.9	428	44.2
M1—48	109	9.0	1,295	22.7	122	9.9	683	48.7
LSD (0.05)	8	2.5	329	9.7	8	2.1	128	10.0
LSD (0.05)	7	2.5	314	8.7	7	2.7	187	11.5

[z] PH: plant height, TN: tiller number, LA: leaf area, PB: plant biomass.

二、產量與產量構成因子問題之差異

表 4 爲估計產量、產量構成要素及實測產量之變方分析表，生態群間一期作差異呈極顯著的性狀有穗數、粒數、稔實率及千粒重，二期作則有穗數、穗長、千粒重及實測產量。水稻品種間一期作之估計產量、實測產量、產量構成要素及收穫指數等性狀皆呈差異極顯著，二期作除稔實率及收穫指數外，其餘性狀皆差異極顯著。陸稻品種間一期作除稔實率差異不顯著外，其餘性狀差異呈極顯著；二期作穗數、收穫指數及估計產量差異不顯著，其他性狀差異則顯著。

表 4. 1994年一、二期作水、陸稻估計、實測產量及產量構成要素之變方分析

Table 4. Analysis of variance on the estimated yield, the measured yield and yield components of the lowland and upland rice varieties for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

Crop season SV	DF	Mean Square							
		PN[z]	PL	GPP	PEG	GW	HI	EY	MY
1st crop									
Blocks	2	1	4*	53	0.02**	25**	0.004	4,255,976**	2,000,572
Groups	1	15**	4	1,207	0.13**	41**	0.001	155,375	518,694
Lowland	3	15**	33**	4,737**	0.02**	1**	0.027**	6,555,880**	6,914,702**
Upland	14	8**	10**	977**	0.03	8**	0.040**	2,180,888**	1,837,075**
Error	36	2	1	162	0.00	3	0.002	464,548	625,469
2nd crop									
Blocks	2	0	2	66	0.00	0	0.001	371,126	175,569
Groups	1	51**	38**	358	0.01	53**	0.000	359,748	1,222,462**
Lowland	2	13**	16**	2,540**	0.00	11**	0.001	8,310,242**	3,945,735**
Upland	6	5	12**	861*	0.01*	58**	0.010	808,849	1,472,686**
Error	18	2	1	237	0.00	1	0.001	877,689	16

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

z　PN: panicle number, PL: panicle length, GPP: grains per panicle, PFG: percent filled grains, GW: 1000-grain weight HI: harvest index, EY: the estimated yield, MY: the measured yield.

若進一步審視參試品種兩期作之平均值（表5），可發現第一期作陸稻品種之穗數以南陸 1 號之13.1穗高於臺農67號之11.9穗爲最多，以 M1-48 之7.7穗最少。穗長除 Omachi 較臺農67號之20.5公分爲短外，所有陸稻品種之穗長均較臺農67號爲長。稔實率陸稻品種除了 Ohhobatwase No. 123 及 Orazoo 較臺農67號之77.3%高外，其餘品種均較低。一穗粒數陸稻品種中較臺農67號爲高者有 Fukutomi、南陸 3 號及 M1-48 。千粒重除東陸 1 號外，其餘陸稻品種均較臺農67號之25.5公克重。收穫指數除了 OS4、東陸 3 號及 M1-48 較臺農67號之41%爲低外，其餘陸稻品種均較高。所有參試之陸稻品種的實測產量雖皆較臺農67號6,820公斤／公頃爲少，但品種間之差異甚大，OS4 之稻穀產量每公頃3,830公斤，而Fukutomi 及南陸 1 號每公頃則高達6,670公斤。

二期作陸稻品種之穗數以 Omachi 之11.5穗最高， M1-48 之7.6穗最低，而臺農67號爲10.6穗。穗長除 Fukutomi 及 M1-48 外，其餘陸稻品種均較臺農67號爲短。稔實率除 Omachi 與臺農67號皆爲82%，其餘陸稻品種均較低。一穗粒數除 Fukutomi 及 M1-48 較臺農67號爲多外，其餘皆較臺農67號少。千粒重所有參試之陸稻品種均較臺農67號爲重，收穫指數除 Kuroca 及 M1-48 較臺農67號之50%爲低，其餘品種均高於或等於臺農67號。而所有的陸稻品種之估計產量或實測產量均不及臺農67號，但臺農選 1 號及 Omachi 與臺農67號差異不顯著。

表 5. 1994年一、二期作水、陸稻估計、實測產量及產量構成要素平均值之比較

Table 5. The estimated yield, the measured yield and yield components of rice varieties for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994

Crop season Variety	PN[z]	PL	GPP	PFG	GW	HI	EY	MY
	no/hill	cm/hill	%	no/hill	g	kg/ha	kg/ha	
1st crop				Lowland varieties				
Tainung 67	11.9	20.5	77.3	125.9	25.5	0.41	6,560	6,850
Nohrin 9	10.3	21.6	74.7	149.8	24.6	0.57	6,390	6,050
Nohrin 1	10.4	22.7	87.7	121.2	26.0	0.52	6,390	5,800
Kwang-Fu-Sang-Nou	6.6	28.0	90.7	118.0	25.6	0.37	3,500	3,330
LSD(0.05)	2.1	3.5	10.5	13.0	1.7	0.04	1,660	1,640
				Upland varieties				
Fukutomi	10.5	25.8	75.0	150.2	26.2	0.53	7,060	6,670
Nan Lu 1	13.1	23.6	66.7	122.1	28.4	0.56	6,800	6,670
Omachi	12.1	20.2	74.0	105.6	29.0	0.56	6,070	6,420
Tainung Sel. 2	12.6	22.0	72.7	119.9	26.9	0.58	6,610	6,420
Tainung Sel. 1	11.7	21.2	75.0	120.3	25.6	0.55	5,990	6,350
Kuroca	12.6	20.7	74.7	106.6	28.6	0.55	6,370	6,170
Ohhobatwase No. 123	11.0	22.4	80.0	108.1	28.8	0.52	6,100	6,170
Nan Lu 2	12.4	22.4	71.3	112.7	26.9	0.55	5,880	5,680
Tokjyosinceyauo	13.0	22.8	70.0	113.1	28.8	0.53	6,550	5,680
Tung Lu 1	11.1	20.6	73.3	133.9	24.0	0.44	5,800	5,430
Tung Lu 2	10.3	24.5	75.0	110.3	28.2	0.49	5,310	5,430
Orazoo	12.1	24.1	82.3	99.7	25.4	0.48	5,590	5,190
OS4	8.9	21.1	75.7	107.4	29.5	0.30	4,760	5,060
Tung Lu 3	9.1	20.6	53.3	143.4	26.4	0.30	4,040	3,830
M1—48	7.7	25.2	47.0	195.4	29.4	0.24	4,620	4,990
LSD(0.05)	2.1	1.6	7.5	18.6	3.0	0.07	1,080	1,350
LSD(0.05)	2.2	1.9	7.5	21.4	2.7	0.06	1,130	1,310
2nd crop				Lowland varieties				
Tainung 67	10.6	20.4	82.0	130.5	24.8	0.50	6,260	5,730
Nohrin Mochi 4	14.2	17.1	79.3	84.1	27.8	0.50	5,880	5,670
Nohrin 12	14.2	15.9	73.0	57.8	24.2	0.47	3,990	3,720
LSD(0.05)	3.8	1.9	10.0	32.3	1.5	0.06	1,890	590
				Upland varieties				
Tainung Sel. 1	11.0	19.0	72.3	91.8	31.0	0.50	5,040	5,540
Omachi	11.5	18.4	82.0	83.5	31.8	0.57	5,550	5,260
Fukutomi	9.6	21.8	75.3	139.5	23.1	0.50	5,170	4,910
Tainung Sel. 2	10.2	19.3	75.3	99.5	30.1	0.53	5,110	4,570
Ohhobatwase No. 123	11.0	20.2	75.7	91.5	28.9	0.50	4,890	4,380
Kuroca	10.2	19.2	64.0	81.7	32.9	0.43	3,210	3,560
M1—48	7.6	24.1	75.7	160.4	21.6	0.40	4,420	3,970
LSD(0.05)	1.7	1.1	10.6	39.6	1.9	0.07	1,357	750
LSD(0.05)	2.4	1.3	10.2	40.5	1.8	0.06	1,610	670

[z] PN: panicle number, PL:panicle length, GPP: grains per panile, PFG: percent filled grains, GW: 1000-grain weight, HI: harvest index, EY: the estimated yield, MY: the measured yield.

三、產量與主要農藝性狀間之相關

爲了解兩生態群之實測產量與生長性狀之關係，以各生態群品種之生長性狀與實測產量求相關係數，結果如表6。在一期作水稻品種之實測產量與抽穗期及收穫期之株高呈顯著或極顯著負相關，而與分蘗數呈顯著或極顯著正相關，與兩調查時期之葉面積及植株生質量相關性不顯著。陸稻品種之實測產量與抽穗時期之株高呈極顯著負相關，與植株生質量呈顯著負相關，而與收穫期之株高及葉面積呈顯著負相關。在二期作水稻品種之實測產量與抽穗時期之葉面積及植株生質量均呈極顯著正相關，而與收穫時期之株高及植株生質量呈極顯著正相關。陸稻品種之實測產量與抽穗時期之分蘗數呈顯著正相關，與收穫時期之分蘗數呈極顯著正相關，而與葉面積則呈顯著負相關。此結果顯示，實測產量與生長性狀之相關性隨生育時期之不同而有變化。

表 6. 1994年一、二期作水、陸稻實測產量與50%抽穗期及收穫期時之生長性狀

Table 6. The correlation coefficients between the measured yield and growth characters of rice at 50% heading and harvest for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

Variety	50% heading				harvest			
	PH[z]	TN	LA	PB	PH	TN	LA	PB
					1st crop			
Lowland	−0.56*	0.65*	0.18	0.37	−0.87**	0.81**	0.10	0.42
Upland	−0.51**	0.01	0.02	0.46*	−0.36*	0.27	−0.36*	0.12
					2nd crop			
Lowland	0.31	−0.37	0.82**	0.41*	0.82**	−0.42	0.53	0.84**
Upland	0.04	0.43*	0.09	0.23	0.08	0.62**	−0.42*	0.34

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.
z PH: plant height, TN: tiller number, LA: leaf area, PB: plant biomass.

表 7 爲實測產量與產量構成要素及收穫指數之相關係數，於一期作水稻品種之實測產量與穗數及一穗粒數呈顯著或極顯著正相關，與穗長呈極顯著負相關，與稔實率、千粒重及收穫指數相關係數不顯著。而陸稻品種之實測產量則與穗數、稔實率、一穗粒數、千粒重及收穫指數呈顯著或極顯著正相關，惟與穗長關係不顯著。於二期作水稻品種之實測產量僅與一穗粒數呈極顯著正相關，與其它性狀之關係不顯著；而陸稻品種之實測產量與穗數、稔實率及收穫指數呈顯著或極顯著正相關，與穗長、一穗粒數及千粒重關係不顯著。

表 7. 1994年一、二期水 、陸稻實測產量與產量構成要素之相關分析

Table 7. The correlation coefficients of the measured yield and yield components of rice for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

Crop season	Variety	PN[z]	PL	PFG	GPP	GW	HI
1st crop	Lowland	0.83**	−0.78**	−0.43	0.87*	−0.01	0.43
	Upland	0.35**	0.16	0.47**	0.35*	0.31*	0.64**
2nd crop	Lowland	−0.40	0.62	0.19	0.81**	0.56	0.39
	Upland	0.55**	−0.33	0.45*	0.31	0.10	0.68**

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.
z PN: panicle number, PL: panicle length, PFG: percent filled grains, GPP: grains per panicel, GW: 1000-grain weight, HI: harvest index.

四、陸稻品種之主要農藝性狀期作間之差異

爲了解陸稻品種在本省慣行湛水栽培下，不同期作之氣候環境對其生育表現之影響，將兩期作皆相同之陸稻品種合併分析，結果顯示除了抽穗時期之分蘗數及植株生質量期作間差異不顯著外，抽穗時期及收穫期等生長性狀，兩期作間差異皆呈顯著或極顯著。而抽穗時期之株高及植株生質量、收穫時期之葉面積及分蘗數等生長性狀，品種與期作具有交感效應存在（表8）。產量及產量構成要素期作間皆呈差異極顯著，惟收穫指數及千粒重期作間差異不顯著（表9），稔實率、千粒重、收穫指數及穗長等性狀品種與期作具有極顯著或顯著之交感效應，而品種之實測產量與期作之交感效應則呈不顯著。

表 8. 1994年一、二期作陸稻品種（系）50%抽穗期及收穫期時生長性狀之綜合變方分析

Table 8. Analysis of variance on growth characters of the upland rice varieties at 50% heading and harvest for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

SV	DF	Mean square							
		PH[z]		TN		LA		PB	
		50% Heading	H	50% Heading	H	50% Heading	H	50% Heading	H
Crop(C)	1	22,012**	7,161**	1	13*	10,116,370**	603,884	157	5,148**
Error I	4	38	5	2	1	166,294	2,545	82	67
Variety(V)	6	486**	812**	11*	12**	276,495*	85,988**	215**	186
C*V	6	324**	8	1	7*	165,590	87,311**	745**	201
Error II	24	19	15	4	2	94,957	8,612	38	86

z PH: plant height, TN: tiller number, LA: leaf area, PB: plant biomass, H: harvest.
*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

表 9. 1994年一、二期作陸稻品種（系）實測產量及產量構成要素之綜合變方分析

Table 9. Analysis of variance on yield components of upland rice varieties at harvest for the two cropping seasons grown under well-watered conditions in 1994.

SV	DF	Mean square						
		PN[z]	PL	GPP	PFG	GW	HI	MY
Crop(C)	1	11**	52.2**	1,263.7**	0.02**	4.0	0.002	25,884,590**
Error I	4	1	2.5	31.8	0.002	2.9	0.001	346,416
Variety(V)	6	13**	25.3**	120.7**	0.02**	29.6**	0.041**	1,797,941**
C*V	6	2	1.3	23.0	0.03**	34.6**	0.011**	574,890
Error II	24	1	0.4	14.7	0.00	1.3	0.002	448,981

*,** Significant at 5% and 1% levels, respectively.
z PN: panicle number, PL: panicle length, GPP: grains per panicle, PFG: percent filled grains, GW: 1000-grain weight, HI: harvest index, MY: the measured yield.

討　　論

水稻與陸稻之區分除遺傳組成外，乃配合栽培方法的不同，水稻一般栽植於湛水狀況，陸稻栽植期間多不湛水，其栽培管理較似旱作物[5]。由本試驗調查的資料顯示，參試生態群內品種間的生長性狀變異性很大，兩生態群第一期作主要差異之生長性狀爲株高、分蘗數及葉面積，第二期作主要差異之生長性狀爲株高及分蘗數。Chang et al.[8] 指出在菲律賓以移植方式湛水栽培下，水稻品種之分蘗

數約爲陸稻品種的兩倍。雖然本試驗資料顯示兩生態群兩期作之分蘗數皆差異顯著，尤其將陸稻品種與本省之栽培品種臺農67號相較，第一期作大部分品種雖較低，但第二期作則大部分品種反較臺農67號爲高，此結果與前述不符，顯示陸稻品種在本省之湛水栽培下分蘗數並不遜於本省水稻栽培品種。第一期作陸稻生態群之株高高於水稻生態群，第二期作則相反，由此可知陸稻之株高性狀受栽培環境影響甚巨。葉面積於一期作差異顯著，二期作則不顯著，顯示參試之陸稻品種的葉片於高溫環境下，老化現象會提早發生。陸稻生態群在湛水情況下栽培，植株的生長勢明顯較水稻品種旺盛茂密，然而大部分陸稻品種之實際葉面積卻較水稻品種低，顯示本試驗參試之陸稻品種株型有進一步改良的需要。

稻穀產量由穗數，一穗粒數、稔實率、及千粒重等四項要素所構成，最高分蘗期前，其收量受單位面積穗數的支配，自最高分蘗期至抽穗前則主要受一穗粒數的支配，抽穗後則受稔實率及千粒重的支配[6]。一期作陸稻生態群的實測產量不遜水稻生態群，其中 Fukutomi、南陸一號、Omachi 及臺農選 2 號等公頃產量約達6.5公噸，與臺農67號之6.8噸／公頃相差無幾，顯示本省一期作之氣候環境適合陸稻品種生長。二期作陸稻生態群之實測產量則不如水稻生態群，惟臺農選 1 號及 Omachi 公頃產量高於 5 噸，究其產量構成要素以穗數及千粒重差異顯著，陸稻生態群之千粒重兩期作皆高於水稻生態群，因此穗數之多寡是影響二期作陸稻產量的最主要因素。選擇二期作有效分蘗高之陸稻品種較具有產量潛能。

松島[1]發現水稻產量百分之九十左右決定於抽穗後之同化生產物，蔡[4]亦指出秈粳稻抽穗後之葉面積指數與產量呈顯著正相關；因而抽穗後植株葉片黃化緩慢之品種較具有產量潛能。試驗資料顯示陸稻品種之各種產量構成要素皆不遜於臺農67號，收穫指數亦不差，一期作以產量構成要素乘積求得之估測產量有些品種甚至較臺農67號爲高，然而實測產量卻較臺農67號爲差，此與陸稻品種植株老化程度較臺農67號爲快可能有關（表3）。再則，本試驗之陸稻品種的實測產量與收穫期時之葉面積呈顯著負相關，此試驗結果之差異可能肇因於本試驗之收穫期乃以穗之基部穀粒尙餘數粒青穀粒時爲採收期，而品種間之黃熟速率不同，導致試驗結果不同。

又試驗資料顯示水陸稻二期作之產量與株高呈正相關，一期作則呈負相關，而參試陸稻品種之實測產量又與收穫指數呈正相關。林等[1]指出栽培種水稻之產量與株高呈正相關，此結果不受期作之影響。本試驗結果與其不符之原因乃一期作大部分的參試品種之株高皆高於栽培品種，而株高太高非但容易倒伏，而且易造成乾物質大量往莖、桿分配導致產量不佳。因此，將來在從事抗／耐旱性育種時降低株高及提高收穫指數爲應特別注意的課題。

陸稻品種抽穗時期的株高及收穫期的分蘗數及葉面積，品種與期作有交感效應存在，穗長、稔實率及收穫指數在品種與期作亦存有交感效應，然而實測產量與期作交感不顯著，由試驗資料中發現臺農選 1 號及 Omachi 在一、二期作實測產量表現不錯，或可利用於有暫時缺水之虞的地區栽種。

引用文獻

1. 林富雄、邱運全。1985。臺灣南部第二期作水稻育種之研究。第一、二期作水稻主要農藝性狀對產量影響之分析。中華農學會報 新 128：1—6。
2. 松島省三。1975。稻作的改良及技術。養賢堂。
3. 楊純明。1995。臺灣地區農業氣象災害（1945—1993）及因應之研究方向。中華農業氣象 2(1)：31—35。
4. 蔡金川。1984。水稻葉面積指數與產量之關係。中華農業研究 33：109—116。
5. 賴光隆。1992。糧食作物。11—49頁。黎明出版社。臺北。
6. 謝順景。1978。二、臺灣一、二期作稻產量構成要素及其他性狀表現之差異。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。49—59頁。行政院國家科學委員會出版。

7. Bashar, M. K., G. C. Loresto and T. T. Chang. 1992. Genetics tudies on root xylem vessels and their association with drought avoidance components in rice, *Oryza sativa* L. SABRAO J. 24(1) : 29—39.

8. Chang, T. T., G. C. Loresto and O. Tagumpay. 1972. Agronomic and growth characteristics of upland and lowland rice varieties. pp. 645—660. In: Rice Breeding. IRRI, Los Banos, Philippines.

9. Chang, T. T., G. C. Loresto and O. Tagumpay. 1974. Screening rice germplasm for drought resistance. SABRAO J. 6(1) : 9—16.

10. Chang, T. T. and B. S. Vergara. 1975. Varietal diversity and morpho-agronomic characteristics of upland rice. pp. 72—90. In: Major Research in Upland Rice. IRRI, Los Banos, Philippinges.

11. Chang, T. T., G. C. Loresto, J. C. O'Joole and J. L. Armenta-Soto. 1982. Strategy and methodology of breeding rice for drought prone areas. pp. 217—224. In: Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice. IRRI, Los Banos, Philippines.

12. Cutler, J. M., K. W. Shahan and P. L. Steponkus. 1980a. Dynamics of osmotic adjustment in rice. Crop Sci. 20 : 310—314.

13. Cutler, J. M., K. W. Shahan and P. L. Steponkus. 1980b. Influence of water deficits and osmotic adjustment on leaf elongation in rice.Crop Sci. 20 : 314—318.

14. Dabney, S. M. and B. J. Hoff. 1989. Influence of water management on growth and yield of no-till planted rice. Crop Sci. 29 : 746—752.

15. Fukoshima, M. T., K. Hinta and S. Tsunoda. 1985. Varietal comparison on the responses of photosynthetic rate and leaf water balance at different soil moisture tensions in rice. Japan. J. Breed. 35 : 109—117.

16. Haque, A. K. G. E., T. T. Chang, N. M. Tepora and G. C. Loresto. 1988. Root and shoot characters of rice in relation to drought resistance under aeroponic and hydroponic culture. Bangladesh J. Plant Breed. Genet. 1 (1&2) : 18—25.

17. International Rice Research Institute. 1975. Annual report for 1974. IRRI, Los Banos, Philippines. 384pp.

18. Mambani, B. and R. Lai. 1983. Response of upland rice varietie s to drought stress. I. Relation between root system development and leaf water potential. Plant and Soil 73 : 59—72.

19. McCauley, G. N., L. R. Hossner and D. M. Nesmith. 1985. Sprink ler irrigation as an energy and water saving approach to rice production and management of riceland pests. Rep. Tr-134. Texas Water Resources Inst., College Station, T X.

20. Passioura, J. B. 1982. The Role of root system characteristics in the drought resistance of crop plants. pp. 71—82. In: Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice. IRRI, Los Banos, Philippines.

21. Tanaka, A., K. Kasano and J. J. Yamaguchi. 1966. Photosynthesis, respiration and plant type of the tropical rice plant. IRRI. Tech. Bull. 7.

22. Westcott, M. P. and K. W. Vines. 1986. A comparison of sprinkler and flood irrigation for rice. Agron. J. 78 : 637—640.

23. Yoshida, S. and E. de los Reyes. 1976. Leaf cuticular resistance of rice varieties. Soil Sci. Plant Nutr. 22 (1) : 95—98.

Variation in Growth and Yield between Lowland and Upland Rice Varieties[1]

Ming-Hsing Lai, Chwen-Ming Yang and Yih-Chuan Kuo[2]

Summary

Experiments were conducted to study the difference in growth and yield between the lowland and upland rice (*Oryza sativa*) varieties grown under well-watered conditions and to compare the variations in ecotypes and varieties in the first and the second cropping seasons in Taiwan. It showed that growth characters were varied between ecotypes and within varieties in the two cropping seasons. Analysis of variance of yield and yield components indicated that panicles per plant, grains per panicle, percent filled grains and 1000-grain weight in the first crop and panicles per plant, panicle length, 1000-grain weight and the measured yield in the second crop were significant difference. Variations of these variables occurred in ecotypes and cropping seasons. In correlation analysis, relationships between the measured yield and growth characters changed depending on growth stages. Correlations of yield to yield components and harvest index changed with ecotypes and cropping seasons. In combined analysis of upland rice varieties for two cropping seasons, growth characters other than tiller numbers and plant biomass at 50% heading were different significantly between the two crops. Yield and yield components were also significant. Interactions between variety and cropping season in some growth characters and yield components existed.

Key words : Lowland rice, Upland rice, Variety, Growth, Yield, Cropping season.

1. Contributon No. 1807 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Research Assistant and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.